

Artículo/Article
Sección B/Section B
Vol. 16, nro. 2
e3401

Estudio de la eficiencia productiva del maíz (*Zea mays* L.) amiláceo y duro en el Ecuador

Mario Caviedes[1], Maria Gabriela Albán[1], José Velásquez[2], Francisco Carvajal[1]

[1] Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Cumbayá, Ecuador.

[2] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.

*Autor para correspondencia/ corresponding author, e-mail: mcaviedes@usfq.edu.ec

Study of the productive efficiency of amylaceous and hard corn (*Zea mays* L.) in Ecuador

Abstract

In Ecuador, corn production is mainly concentrated in the tropical and Andean regions, with variations in grain texture, color, production levels, and productivity. The objective of this study was to estimate the efficiency of corn production and productivity, as well as seed production in the two most important geographic regions of Ecuador. To make these estimates, a simple regression analysis ($p \leq 0.05$) was used, considering the crop cycle as independent variables and production, grain productivity, and seed production as dependent variables. It is estimated that the planted area for 2023 was 362,196 hectares, with hard yellow and amylaceous corn. In the coastal region, the main producing provinces are Los Ríos and Manabí, which contribute 73 % of the total production of hard yellow corn; and in the Andean region, production is mainly located in the provinces of Bolívar, Chimborazo, and Cotopaxi, which account for 82 % of the national production of amylaceous corn. The productivity of the two types of corn varies. Hard yellow corn had an average of 4.17 ha^{-1} from 2018 to 2023, while amylaceous corn had an average of 1.31 ha^{-1} from 2018 to 2022. Over the next five years, an annual increase of 8.8 % in amylaceous corn productivity is estimated, while over the next six years, the productivity of hard yellow corn is projected to increase by 3.0 % annually. Seed is one of the most important components of agricultural production, and its production costs are an indicator of the rural environment. The supply is limited in the Andean region: projections indicate an annual increase of 5.8 % over the next five years. In the coastal region, the supply and demand for seed is covered by private companies, and there is no deficit for this important component of production. One of the types of corn that will have higher demand is black corn, due to its high nutritional value. The profitability estimates for the production of quality seed of this type of corn, with a benefit/cost ratio between 1.58 and 1.70, indicate that the production of black amylaceous corn seed is profitable.

Keywords: starchy corn, hard corn, production, productivity, tropical region, andean region, profitability, seed.

Resumen

En el Ecuador, la producción de maíz se localiza principalmente en las regiones tropical y Andina, con variaciones en la textura, en el color del grano, en sus niveles de producción y de productividad. Este estudio tuvo como objetivo estimar la eficiencia de la producción y productividad del maíz y de la producción de semilla en las dos regiones geográficas más





Editado por / Edited by: Eva O.L. Lantsoght

Recibido / Received: 24/07/2024

Aceptado / Accepted: 28/11/2024

Publicado en línea / Published online: 16/12/2024

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



importantes del Ecuador. Para realizar estas estimaciones se utilizó un análisis de regresión simple ($p \leq 0.05$) considerando como variables independientes los ciclos del cultivo anual, y como variables dependientes, la producción, la productividad del grano y la semilla. Se estima que el área sembrada para el año 2023 fue de 362 196 hectáreas, con maíces amarillos duro y amiláceos. En la región litoral, las principales provincias productoras son Los Ríos y Manabí, que aportan con el 73 % del total de la producción de maíz amarillo duro; y en la región andina, la producción está localizada principalmente en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cotopaxi, las cuales aportan con el 82 % de la producción nacional de maíz amiláceo. Las productividades de los dos tipos de maíz varían. El amarillo duro tuvo un promedio de 4,17 t ha^{-1} en el período 2018-2023, mientras que el amiláceo tuvo un promedio de 1,31 t ha^{-1} en el período 2018-2022. En los próximos cinco años, se estima un incremento en la productividad del maíz amiláceo de 8,8 % anual, en tanto que, en los próximos seis años, se proyecta que la productividad del maíz amarillo duro, tendrá un incremento del 3,0 % anual. La semilla es uno de los componentes más importantes de la producción agrícola y sus costos de producción son un indicador del medio rural. La oferta es limitada en la región andina: las proyecciones son de un incremento en los próximos cinco años del 5,8 % anual. En la región Litoral, la oferta y la demanda de semilla está cubierta por la empresa privada y no existe déficit para este importante componente de la producción. Uno de los tipos de maíz que tendrá mayor demanda será el maíz negro por sus características de alto valor nutricional y las estimaciones de rentabilidad para la producción de semilla de calidad de este tipo de maíz, con una relación beneficio/costo de entre 1,58 y 1,70, las cuales son un indicador de que la producción de semilla de maíces amiláceos de color negro es rentable.

Palabras clave: maíz amiláceo, maíz duro, producción, productividad, región Litoral, región Andina, rentabilidad, semilla.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción de maíz se localiza principalmente en las regiones Litoral y Andina con variaciones en la textura, el color del grano, sus niveles de producción y productividad. Se estima que la producción y rendimiento promedio en la región Litoral en el período 2018-2023 fue de 1 462 655,67 toneladas métricas (t) y de 4,17 t ha^{-1}, respectivamente. En la región Andina, para el período 2018-2022, los promedios fueron de una producción de 66,725.40 (t) y un rendimiento de 1,31 t ha^{-1} [1,2]. En la región Litoral predomina el cultivo de maíces de textura vítrea y color amarillo, y en la Andina se observa una variación muy importante en texturas y colores, que van desde el amiláceo (amarillo, blanco y negro) al morocho (amarillo y blanco). Uno de los tipos de maíz amiláceo, que se producen en la región Andina, con los mejores componentes nutricionales es el maíz negro o morado, que proviene de la raza ecuatoriana denominada "racimo de uva" [3], cuyos componentes más importantes son los fenoles y las antocianinas, por lo que se lo considera un alimento funcional y nutracéutico [4,5,6].

La producción de maíces del tipo duro o vítreo está orientada a satisfacer la demanda de la agroindustria, ya que es un importante componente en la elaboración de alimentos balanceados para la producción de proteína animal, como carne, huevos y leche. Los maíces de textura amilácea son producidos para cubrir la demanda y consumo humano

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



de productos como choclo, granos o harina. En la última década, se ha priorizado el mejoramiento de maíces especiales, cuyas características abren la posibilidad de que los agricultores de la Sierra aumenten sus ingresos mediante la siembra de estos nuevos cultivares, que ofrecen mayor rendimiento y precio debido a la creciente demanda nacional e internacional de maíces negros, destacados por sus altos contenidos nutricionales tanto en la mazorca como en la tusa o coronta [7,8].

Frente a este escenario positivo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) han desarrollado, para la región altoandina del Ecuador, nuevas variedades de maíz negro denominadas INIAP-199, USFQ-1 y USFQ-2 [9,10], las cuales poseen buenas características agronómicas, alto rendimiento y altos niveles de antocianinas.

El proceso de obtención de semilla es de gran importancia para garantizar una mayor producción, productividad y rentabilidad. La semilla de maíz de nuevos cultivares mejorados es el medio por el cual se entrega al agricultor todo el potencial genético de una variedad o híbrido. A través de este importante insumo, se garantiza la pureza varietal, el potencial de productividad, la resistencia a plagas y enfermedades, la precocidad, la calidad del grano y la tolerancia a las condiciones adversas del suelo y el clima. En la región altoandina ecuatoriana, existe un déficit de semilla de calidad de maíces amiláceos. Si se considera que para sembrar una hectárea se requiere aproximadamente de 30 kilogramos (kg) de semilla, se estima que existe una demanda total de 1719 (t) de semilla para cubrir la superficie sembrada de maíz amiláceo para grano y choclo [11].

En cuanto a la oferta de semilla de calidad para la región Litoral, el sector privado provee entre el 93 % al 97 % con híbridos de alto rendimiento, para lo cual se requiere de una cantidad promedio de semilla por hectárea de 17 kg [12].

Los costos de producción son importantes para determinar la rentabilidad del cultivo y varían de acuerdo con la variedad, la tecnología utilizada y la categoría de semilla [13]. Conocer los costos de producción constituye un elemento básico para determinar si el negocio agrícola es, o no, conveniente desde el punto de vista económico y es una herramienta indispensable para los productores en la toma decisiones y en la planificación administrativa [14].

El objetivo del presente estudio fue estimar la eficiencia de la producción y productividad del maíz, así como la producción de semilla en las dos regiones geográficas más importantes del Ecuador. Para realizar estas estimaciones, se utilizó un análisis de regresión simple ($p \leq 0.05$), considerando como variables independientes los ciclos anuales del cultivo y como variables dependientes la producción, la productividad del grano y la semilla.

OFERTA, DEMANDA Y PRECIO DEL GRANO DE MAÍZ EN EL ECUADOR

Maíz amiláceo o suave

El maíz amiláceo o suave es cultivado en la región altoandina del Ecuador. Las provincias que más producen son Chimborazo y Bolívar, cuyo rendimiento está orientado

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



básicamente al consumo humano. La producción de maíz amiláceo disminuyó de 65 849 hectáreas (ha) en 2018 a 50 376 ha en 2022. Esta reducción en el área sembrada fue compensada con los incrementos en la producción, que pasó de 50 055 toneladas métricas (t) a 83 852 (t) en el mismo periodo [1].

A partir del comportamiento del área sembrada y la producción, se estimaron los incrementos en el mismo periodo mediante un análisis estadístico de regresión [15]. Con base en este análisis, se estimó que debería haber un incremento del 6 %, con un promedio anual de 1,2 % hasta llegar a una producción estimada para el año 2027 de 74 169,12 (t) de maíz amarillo amiláceo (Gráfico 1).

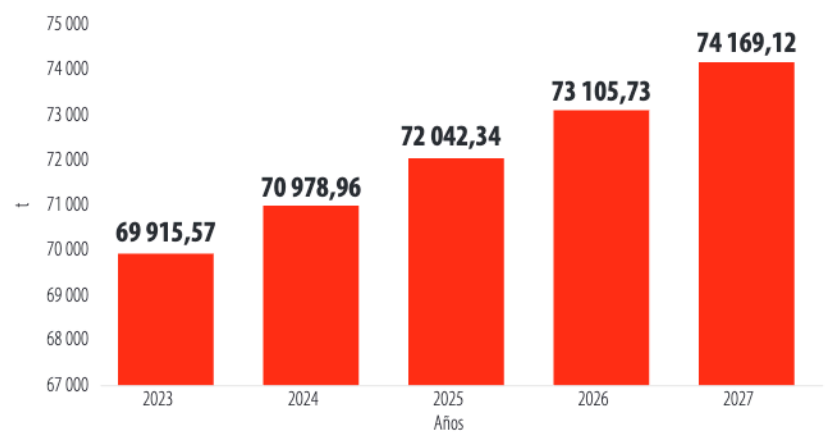


Gráfico 1. Producción estimada de maíz amarillo amiláceo en grano seco en el Ecuador para el periodo 2023-2027.
Fuente: Elaboración propia

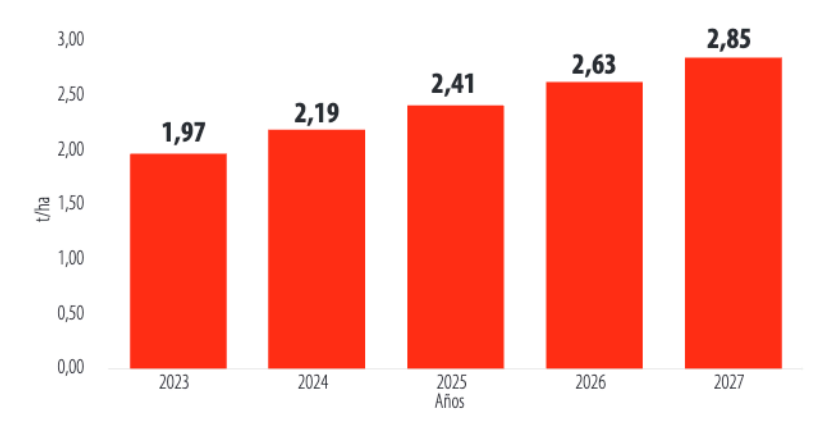


Gráfico 2. Productividad estimada del maíz amarillo amiláceo en grano seco en el Ecuador para el periodo 2023-2027.
Fuente: Elaboración propia

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



Maíz amarillo duro

La productividad o rendimiento del maíz amarillo amiláceo en grano seco experimentó un incremento significativo durante el periodo 2018 a 2022, que varió de 0,84 toneladas por hectárea (t ha^{-1}) a 1,66 t ha^{-1}, con un promedio de 1,31 t ha^{-1}. Con base en esta información, se estimó la productividad esperada para el periodo 2023-2027, proyectándose entre 1,97 t ha-1 y 2,85 t ha^{-1}, con un incremento estimado anual de 8,8 % (Gráfico 2).

La producción de maíz amarillo duro estimada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para el periodo 2018-2023 varió entre 1,32 y 1,40 millones de toneladas métricas (t), siendo el año de mayor producción 2022, con un valor 1,64 millones de (t) y un promedio para el periodo indicado de 1,47 (t). Las proyecciones para los próximos seis años indican que la producción incrementará en un 3 % anual, con una variación entre 1,67 a 1,99 (t) para el periodo 2024-2029 y un promedio de 1,82 (t). Este escenario positivo permitirá cubrir las necesidades del país y disminuir el volumen de las importaciones (Gráfico 3).

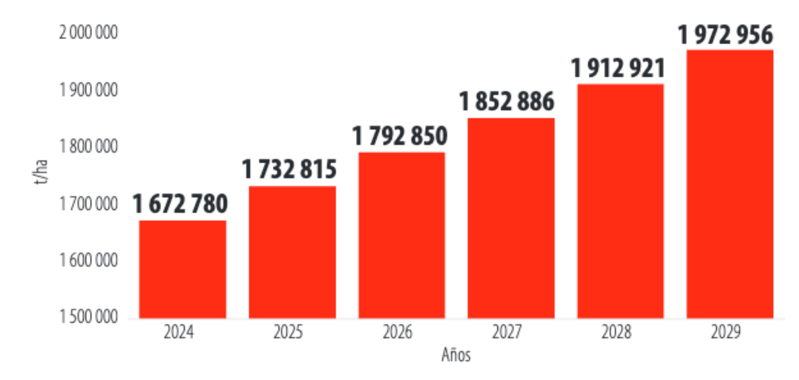


Gráfico 3. Producción estimada de maíz amarillo duro en el Ecuador para el periodo 2024-2029.
Fuente: Elaboración propia

La productividad o rendimiento de este tipo de maíz también ha tenido una importante variación, de entre 3,62 t ha^{-1} en el 2018 a 4,36 t ha^{-1} en el 2023, con un promedio en este período de 4,17 t ha^{-1}. Las estimaciones de incremento en la productividad para los próximos seis años indican un incremento anual del 2,97 % y un total de 17,82 % para este período, con valores de entre 4,77 t ha^{-1} en 2024 a 5,62 t ha^{-1} en 2029, y un promedio de 5,19 t ha^{-1}. Estas proyecciones podrían obtenerse utilizando nuevos híbridos con alto potencial de rendimiento, así como mejores y más eficientes métodos de manejo del cultivo (Gráfico 4).

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



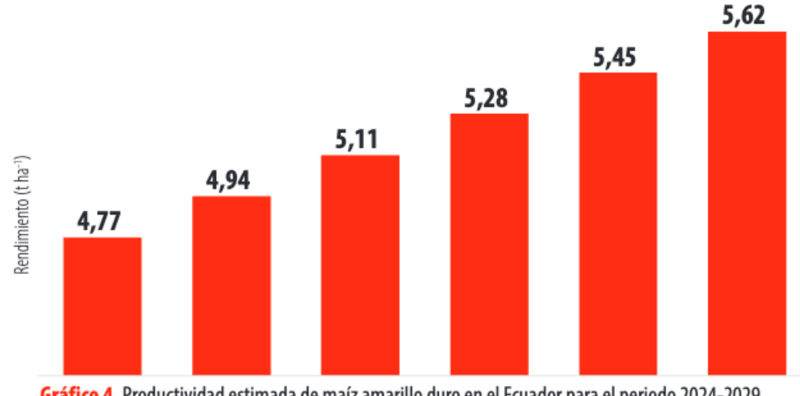


Gráfico 4. Productividad estimada de maíz amarillo duro en el Ecuador para el periodo 2024-2029.
Fuente: Elaboración propia

Uno de los factores que también han incidido en los incrementos en la producción y productividad del maíz amarillo duro es el precio de sustentación, acordado entre todos los actores de la producción y la agroindustria a través del Consejo Consultivo de la cadena de valor del maíz amarillo duro [16]. Los precios en dólares por quintal (q), con 13 % de humedad y 1 % de impurezas, variaron entre US$ 14,36 y US$ 16,50, en el período 2018-2024. Para los próximos siete años, se estima que los precios fluctuarán entre US$ 16,69 y US$ 18,73, con un incremento promedio anual del 1,74 % (Gráfico 5).

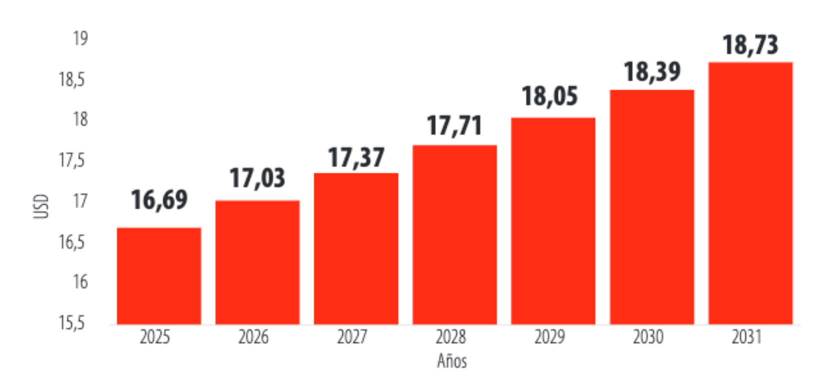


Gráfico 5. Precios estimados por quintal de maíz amarillo duro en el Ecuador para el periodo 2025-2031.
Fuente: Elaboración propia

DEMANDA DE GRANO DE MAÍZ AMILÁCEO Y DURO

La producción de maíz amiláceo o suave está localizada principalmente en las provincias de Bolívar, Chimborazo, y Cotopaxi, las cuales aportan aproximadamente el 82 % del total de la producción [17]. Si se considera como año de referencia el 2022, en el cual la producción fue de 83 532 (t) y las importaciones de 184 (t), se estima un Consumo Nacional Aparente (CNA) de 84 036 (t), un consumo per cápita anual de 10 kg [18], y un precio promedio por quintal de US $20,07 para choclo y US $102,26 para grano, considerando los tres principales centros de consumo: Cuenca, Quito y Guayaquil [1].

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



Uno de los tipos de maíz amiláceo es el maíz negro, el cual aún no es un producto de consumo masivo en Ecuador [1]. Sin embargo, el creciente interés por alimentos saludables podría impulsar su demanda en mercados emergentes para productos derivados del maíz negro, como harinas, bebidas tradicionales (chicha),vino y snacks, así como materia prima para extracción de compuestos fenólicos antioxidantes. Además, existe un nicho de mercado en tiendas de productos orgánicos, ferias que promueven la biodiversidad y restaurantes gourmet.

Las provincias con mayor producción de maíz amarillo duro son Los Ríos y Manabí, que aportan con el 73 % del total de la producción nacional, orientada a satisfacer las necesidades de la agroindustria. Se estima que la demanda anual de maíz amarillo duro es de 1,46 (t), la cual es cubierta entre un 85 % a un 90 % por la producción nacional. Sin embargo, esta producción no cubrió la demanda total, por lo que se importaron 174 394 (t) y 91 550 (t) en los años 2022 y 2023, respectivamente [16,19].

El principal componente en la fórmula nutricional para la producción de alimentos balanceados es el maíz amarillo duro (60 %). Se estimó que, en el año 2023, la producción de alimentos balanceados en el país fue de 5,5 millones de t; de las cuales el 54 % se utilizó en la avicultura y la porcicultura, el 41% en camaronicultura, el 3% en la ganadería y el 2 % en las mascotas. El consumo promedio de carne de pollo fue de 30 kg por persona al año [20-21].

PRODUCCIÓN ESTIMADA DE SEMILLA DE MAÍZ AMILÁCEO Y DURO EN EL ECUADOR 2024-2028

Las semillas constituyen uno de los componentes más importantes de la producción agrícola y requieren controles de calidad eficientes que garanticen un producto, ya sea variedad o híbrido, con los mejores estándares relacionados con sus componentes genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. La tecnología de semillas requiere que este insumo, en la producción de variedades mejoradas o nativas y de híbridos, tenga atributos de calidad y sea manejado en condiciones favorables en el campo, el almacenamiento y la conservación [11]. Se estima que el 91 % de los agricultores en la Sierra utilizan semilla seleccionada de grano comercial, un 7 % mejorada y un 2% reciclada [2].

La oferta de semillas de variedades para la Sierra es limitada y su demanda está cubierta parcialmente por el INIAP en sus categorías básica y certificada, tanto de materiales amiláceos como morochos. En el periodo 2018-2023 se produjeron un total de 27,37 (t) de semilla de variedades amiláceas de categoría básica, con un promedio anual de 4,56 (t) [22]. La proyección para los cinco años de semilla de categoría básica de variedades mejoradas de maíz amiláceo estima un incremento de 9,35 (t) en 2024 a 12,10 (t) en 2028, con un incremento anual del 5,8 %, lo que permitirá aumentar los niveles de cobertura con semilla de calidad y una mayor disponibilidad para los productores de la Sierra (Gráfico 6).

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



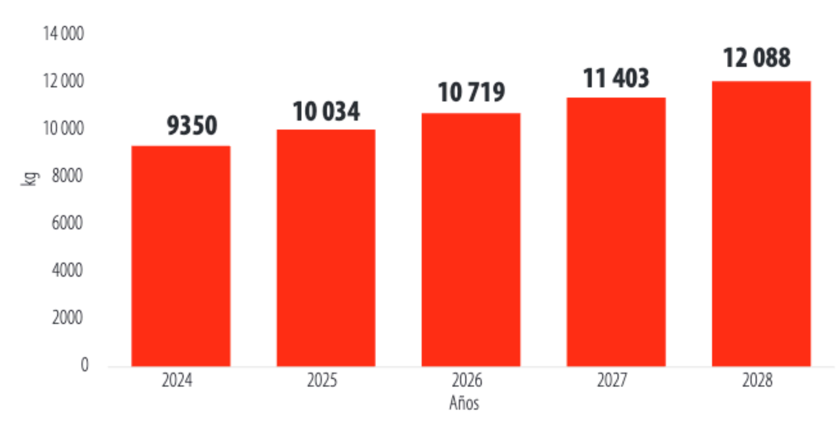


Gráfico 6. **Producción estimada de semilla de maíz amiláceo en el Ecuador en el periodo 2024-2028.**
Fuente: Elaboración propia

La oferta de semilla de híbridos simples de maíz amarillo duro para la región litoral está cubierta por diferentes empresas del sector privado, para responder a la demanda de los productores de la zona tropical. Se estima que los agricultores utilizan semilla de diferentes categorías que se comercializan y distribuyen de la siguiente manera: 60 % certificada, 20 % mejorada, 1 % común y 19 % reciclada. Se ha estimado que la demanda de semilla de la categoría certificada para el periodo 2023-2024 fue de 3315 (t) con una cobertura estimada en 195 000 hectáreas [16,23].

Estimación de costos de producción de semilla de calidad de maíz amiláceo negro para la sierra del Ecuador

Los costos de producción son uno de los principales indicadores del desempeño de un predio rural y representan el valor de los recursos utilizados para producir determinados volúmenes de producción agrícola. Conocer este indicador es fundamental para la planificación, gestión y toma de decisiones de los productores rurales [24].

Con base en la información generada en el proyecto: "Producción de semilla de calidad en dos variedades de maíz negro (USFQ1- USFQ 2), en dos ambientes en la provincia de Imbabura y Pichincha" [25], se estimaron los costos y la rentabilidad de la producción de semilla. La superficie estimada para estas localidades fue de 1 400 metros cuadrados en Lumbisí y 1 500 metros cuadrados en Cotacachi.

Para Lumbisí, las estimaciones de los componentes de mayor costo, expresados en porcentaje del costo total, fueron las labores culturales del manejo del cultivo (27,82 %) y cosecha, postcosecha y venta (40,12 %), con un rendimiento estimado de semilla de 1 143 kg y una relación beneficio/costo de 1,58; un valor actual neto de US$ 1 175,20; una tasa interna de retorno 11%; el retorno sobre la inversión de 1,5 veces; y un punto de equilibrio de US$ 638 (Gráfico 7).

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



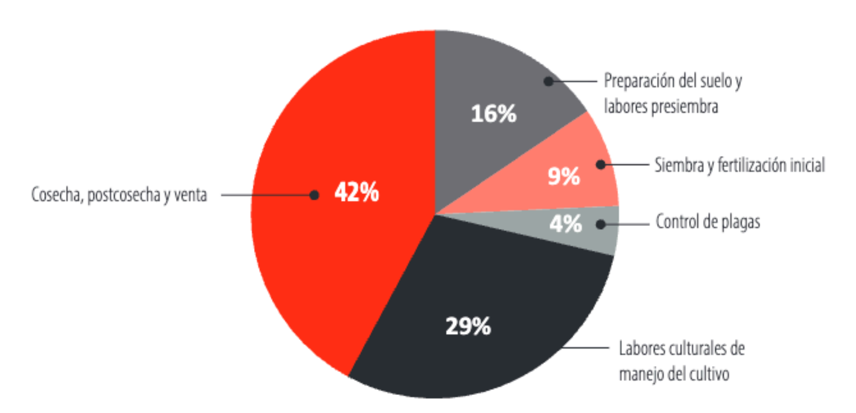


Gráfico 7. Componentes del costo de producción de semilla de maíz amiláceo negro en Lumbisí, provincia de Pichincha, Ecuador, 2024.
Fuente: Elaboración propia

Para Cotacachi, asimismo, los componentes de mayor costo en relación con el costo total fueron las labores culturales del manejo del cultivo (22,28 %) y la cosecha, postcosecha y venta (45,78 %), con una productividad estimada de semilla de 894,44 kg. Además, se obtuvo una relación beneficio/costo de 1,70; un valor actual neto de US$ 1023,10; una tasa interna de retorno del 11,2 %; un retorno sobre la inversión 1,6 veces; y un punto de equilibrio US$ 471. Estas estimaciones permiten concluir que la producción de semilla de calidad de maíces amiláceos de grano negro es rentable (gráfico 8).

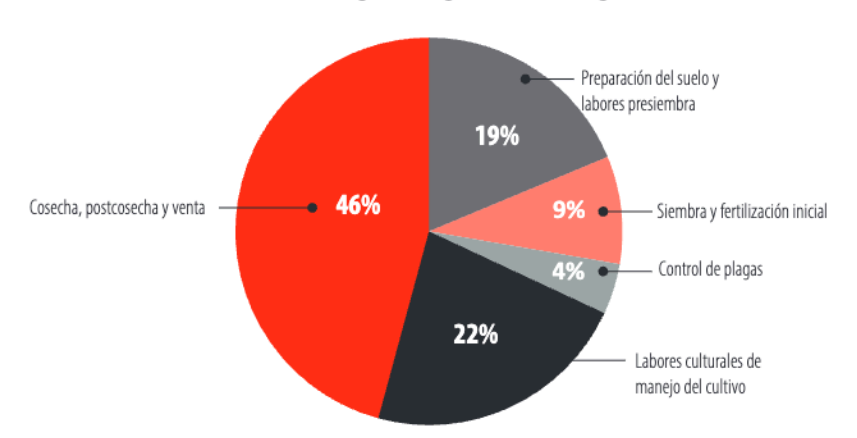


Gráfico 8. Componentes del costo de producción de semilla de maíz amiláceo negro en Cotacachi, provincia de Imbabura, Ecuador, 2024.
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Las estimaciones y proyecciones para los próximos cinco a seis años de los dos tipos de maíz de mayor superficie sembrada en el Ecuador indican incrementos importantes en

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



la oferta de grano, con rendimientos superiores a las 5 t ha^{-1} mediante la utilización de tecnologías más eficientes. Esto permitiría una disminución en las importaciones de este cereal de hasta un 15 %, una mayor rentabilidad del cultivo y un impacto significativo en la seguridad alimentaria del país.

La producción de semilla de calidad de maíces amiláceos de color negro representará un aporte crucial para el incremento esperado en las áreas sembradas, estimado en un rango de entre un 5 % y un 10 %, mejorando los contenidos nutricionales del grano, proporcionando un mayor valor agregado como insumo para la agroindustria y aumentando la rentabilidad en la producción de estos tipos especiales de maíz.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad San Francisco de Quito USFQ por el financiamiento para la generación de la información del proceso de producción y costos de semilla a través del proyecto "Producción de semilla de calidad en dos variedades de maíz negro (USFQ 1, USFQ 2) en dos ambientes en las provincias de Pichincha e Imbabura "Poligrant 2024 del Colegio de Ciencias e Ingeniería.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Mario Caviedes contribuyó con la idea, realizó la tabulación, el análisis y la interpretación crítica de los datos, y escribió el artículo. Francisco Carvajal contribuyó con la idea, realizó la tabulación y el análisis e interpretación de los datos y escribió el artículo. José Velásquez contribuyó con la idea, la tabulación de los datos y escribió el artículo. María Gabriela Albán contribuyó con la idea, realizó la tabulación de los datos, y escribió el artículo.



REFERENCIAS

[1] Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2022). *Sistema de Información Pública Agropecuaria: Cifras Agroproductivas*. https://sipa.agricultura.gob.ec

[2] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2023). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas

[3] Yánez, G., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Sánchez Arizo, V. H. y Heredia, J. (2003). *Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/43

[4] Zambrano, J. L., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sanqoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortíz, R., León, J., Campaña, D., López, V., Asaquibay, C., Nieto, M., Sanmartín, G., Pintado, P., Yánez, C. y Racines, M. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra Ecuatoriana*. INIAP, Manual No. 122. http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5796

[5] Caviedes, M., & Albán, G. (2020). Memorias del primer Simposio de Genética y Genómica en el Ecuador. *Archivos Académicos USFQ*, (25), 42-42. https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/1654

[6] Albán, M. G., Zambrano, J. L., Caviedes, M., & Carvajal, F. (2023). II Simposio Ecuatoriano del Maíz: Ciencia, Tecnología e Innovación. *Archivos Académicos USFQ*, (49), 1-67. https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/3109

[7] Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2019). *Oficina de Información Agraria: Estadística Agraria Mensual*. https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/informacion-estadistica

[8] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Instituto Nacional de Innovación Agraria – Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario. (2022). *Guía de manejo del cultivo de maíz morado (Zea mays L.)*. https://repositorio.inia.gob.pe/items/b608a8dd-6b74-4ce9-bb69-ab9027b99927

[9] Yánez, G., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza Caiza, C. A., Villacrés, E., Racines Jaramillo, M. R. y Caballero, D. (2016). *Ficha técnica de la variedad de maíz negro INIAP-199 "Racimo de Uva"*. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3166

[10] Dávalos, V. (2023). *Evaluación de nueve características agronómicas en dos variedades de maíz morado (Zea mays L.) en Tumbaco, Pichincha* (Tesis de Ingeniería en Agronomía). Universidad San Francisco de Quito USFQ. https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/143

[11] Vásquez, J., Araujo, M. y Zambrano, J. L. (2024). *Tecnologías para el mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre de maíz*. INIAP. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6154

[12] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2020-2023). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas

[13] Medina, A. (2022). *Guía de manejo del cultivo de maíz morado (Zea mays L.)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). https://repositorio.inia.gob.pe/items/b608a8dd-6b74-4ce9-bb69-ab9027b99927

[14] Carrillo, R., Carvajal, T., Valarezo, O., Cañarte, E., Mendoza, A., Mendoza, H., Hinostroza, F., Motato, N., Moreira, P. & Ponce, J. (2014). *Manual de buenas prácticas agrícolas y estimación de costos de producción para cultivos de ciclo corto en Manabí*. INIAP. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1294

[15] Corral D., L. (2019). *Estadística y técnicas experimentales para la investigación biológica*. Universidad Politécnica Salesiana (UPS). https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19040/1/Estad%C3%ADsticas%20y%20t%C3%A9cnicas%20experimentales.pdf

[16] Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2023). *Sistema de Información Pública Agropecuaria: Cifras agroproductivas*. https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas

[17] Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2021). *Sistema de Información Pública Agropecuaria: Cifras agroproductivas*. http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas

[18] Baca-Urbina, G. (2010). Evaluación de proyectos (6ª ed.). *McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.* 318 pp.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401



[19] Corporación Financiera Nacional (CFN). (2023). *Ficha sectorial: Cultivo de maíz*. Subgerencia de Análisis de Bienes y Servicios. https://www.cfn.fin.ec

[20] Asociación de Productores de Alimentos Balanceados del Ecuador (APROBAL). (2023, junio). La industria de alimentos balanceados tuvo un crecimiento del 10% en 2023 y se espera aumentar el indice en 2024. https://aprobal.com/la-industria-de-alimentos-balanceados-tuvo-un-crecimiento-del-10-en-2023-y-se-espera-aumentar-el-indice-en-2024/

[21] Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE). (2023, junio). https://conave.org

[22] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP). (2023). *Programa de semillas. Estación Santa Catalina*.

[23] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas

[24] Borja, M. J., & Caviedes, M. (2013). Evaluación de dos ciclos de producción de semilla en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en Tumbaco-Pichincha. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, *5*(2). https://doi.org/10.18272/aci.v5i2.143

[25] Caviedes, M., Albán, M. G., & Gangotena, D. (2024). *Producción de semilla de calidad en dos variedades de maíz negro (USFQ 1, USFQ 2) en dos ambientes en las provincias de Pichincha e Imbabura*. Proyecto de investigación del Colegio de Ciencias e Ingenierías de la Universidad San Francisco de Quito USFQ.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401